

**PASANTÍA INTERNACIONAL UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO- UNAM**

**DIAGNOSTICO PATOLÓGICO DEL COLEGIO ALFONSO JARAMILLO
GUTIÉRREZ - 2017**

**DIANA CAROLINA MARÍN ROJAS
VIVIANA PAOLA LOPEZ VALENCIA**

**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA CIVIL
PEREIRA-RISARALDA
2017**

**PASANTÍA INTERNACIONAL UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO- UNAM**

**DIAGNOSTICO PATOLÓGICO DEL COLEGIO ALFONSO JARAMILLO
GUTIÉRREZ - 2017**

**DIANA CAROLINA MARÍN ROJAS
VIVIANA PAOLA LOPEZ VALENCIA**

ASESOR:

Ing. ADÁN SILVESTRE GUTIÉRREZ

**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL
PEREIRA-RISARALDA
2017**

TABLA DE CONTENIDO

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	6
2. INTRODUCCIÓN	7
3. JUSTIFICACIÓN.....	8
4. OBJETIVOS.....	9
4.1 OBJETIVO GENERAL	9
4.2 OBJETIVO ESPECIFICO	9
5. ANTECEDENTES	10
6. MARCO DE REFERENCIA.....	11
6.1 MARCO TEÓRICO.....	11
6.2 MARCO CONCEPTUAL	19
6.3 MARCO LEGAL:.....	21
7. LOCALIZACIÓN	23
8. METODOLOGÍA	25
9. DESCRIPCIÓN DEL COLEGIO ALFONSO JARAMILLO GUTIÉRREZ...	27
10. PATOLOGÍAS DEL COLEGIO ALFONSO JARAMILLO GUTIÉRREZ.	29
11. MODELACIÓN EN AUTOCAD	40
12. PRUEBAS REALIZADAS EN EL COLEGIO ALFONSO JARAMILLO GUTIÉRREZ.....	42
13. CONCLUSIONES	46
14. RECOMENDACIONES.....	47
15. BIBLIOGRAFÍA	48

TABLA DE CONTENIDO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Extracción núcleo capo test.	13
Ilustración 2: Núcleo prueba de Pull Off.	14
Ilustración 3: Grado de carbonatación.	15
Ilustración 4: Método electroquímicos.	15
Ilustración 5: Realización ensayo esclerómetro.	16
Ilustración 6: Ferroskan.	17
Ilustración 7: Realización ensayo ultrasonido.	18
Ilustración 8: Realización Eco Impacto (Impact- echo).....	19
Ilustración 9: Localización del Colegio Alfonso Jaramillo Gutiérrez (CR 25 N. 77-18)	23
Ilustración 10: Colegio Alfonso Jaramillo Gutiérrez. (CR 25 N.77-18).	24
Ilustración 11: Mapa de zonificación sísmica de Colombia.	24
Ilustración 12: Escaleras de concreto.	27
Ilustración 13: escaleras en acero.	28
Ilustración 14: Columna #1 (35cmx35cm)	29
Ilustración 15: Columna #2 (77cm x89cm).....	29
Ilustración 16: Columna #3 (78cmx55cm)	30
Ilustración 17: Columna #4 (35cmx35cm).....	30
Ilustración 18: Columna #5 (35cmx35cm)	31
Ilustración 19: Columna #6 (79cmx55cm).....	31
Ilustración 20: Columna #20 (55cmx55cm)	32
Ilustración 21: columnas (Salones- primer piso).	33
Ilustración 22: Columnas (oficinas administrativas y sala de profesores- primer piso).....	34
Ilustración 23: Columnas de las escaleras con alto grado de corrosión y humedad.	35
Ilustración 24: Techos primer piso (Desprendimiento)	36
Ilustración 25: Techos salones – primer piso.	37
Ilustración 26: Cableado sin separación por uso, ni protegido en canaletas. ...	38
Ilustración 27: Cubierta de las escaleras.	39
Ilustración 28: Planta estructural y detalles de recalces en primer piso pasillo principal.	40
Ilustración 29: Detalles de columnas con recalce en columnas y viga.	40
Ilustración 30: Recalce en los nodos por exigencia de cortantes.	41
Ilustración 31: Refuerzo de cortante o transversal.	41

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1: Dimensión de fisuras.....	21
Tabla 2: Columnas pasillo principal.	29
Tabla 3 : Datos obtenidos Ferroskan Columna extra #3.	42
Tabla 4: Datos obtenidos Ferroskan Columna #4.	42
Tabla 5: Datos obtenidos Ferroskan Columna #5a.	43
Tabla 6: Dimensiones Nominales de las Barras de Refuerzo (Diámetros basados en octavos de pulgada).	43
Tabla 7: Diámetros de acero de refuerzo para la columna #4.	44
Tabla 8: Diámetros de acero de refuerzo para la columna #5.	44
Tabla 9: Diámetros de acero de refuerzo para la columna #5a.	45
Tabla 10: Diámetros de acero de refuerzo para la columna #6.	45

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Es importante saber el estado de una estructura y mucho más cuando esta hace parte del sector educativo, un excelente diagnóstico patológico toma tiempo y requiere conocer, entender y tratar las enfermedades que atacan y degradan la estructura; el estudio debe centrarse en emitir diferentes hipótesis que serán descartadas a medida que concluya el trabajo y así a su vez plantear alternativas de procedimientos y ensayos que permitan atacar el problema y determinen la condición de la estructura para poder tener diferentes soluciones técnicas y prácticas que aprueben la rehabilitación y seguridad completa de la edificación .

En la ciudad de Pereira en el perímetro urbano de Corales la edificación educativa Alfonso Jaramillo ha presentado diferentes síntomas característicos de estructura en mal estado, regularmente estas fallas son causadas por la edad del edificio produciendo así alteraciones fisiológicas y estructurales que hacen temer por la integridad física de los estudiantes y del ente administrativo ya que no es claro la gravedad o la condición en la que está se encuentra. Así mismo se debe realizar como pequeña evidencia un diagnóstico patológico al Colegio en general para tener diferentes soluciones donde se destaque y se vele por el buen funcionamiento estructural de la institución.

2. INTRODUCCIÓN

En muchos colegios a nivel nacional pasan los años y sus estructuras se van desgastando sin ninguna revisión ni tomando ninguna precaución, esto pasa en la ciudad de Pereira en el Colegio Alfonso Jaramillo donde por descuido se ha dejado avanzar el deterioro de la infraestructura.

Es de gran interés realizar este tipo de proyecto porque se puede realizar una serie de pruebas que permiten dar a conocer el estado actual en que se encuentra la edificación, aunque a su medida se van a realizar diversos tipos de ensayo otros no se pueden ya que tienen un alto costo, así que se le va a proveer a la institución la información y recomendaciones necesarias donde se especifique si se debe ejecutar algunos de estos ensayos “costosos” llegado al caso que sean estrictamente necesarios.

De igual manera se lleva todo un registro fotográfico y los ensayos donde se dan diferentes soluciones preventivas con el fin de que sea una ayuda para advertir las posibles consecuencias a largo o corto plazo.

3. JUSTIFICACIÓN

Es importante velar por el sistema estructural de una edificación ya que en Colombia en 1999 desde el sismo del eje cafetero se obliga a reglamentar la construcción y el diseño de cualquier estructura para que sean realizados con mayores niveles de seguridad.

Regularmente las fallas se dan por problemas constructivos o un manejo inadecuado de material, es necesario prevenir y más cuando es una institución educativa donde constantemente pasan 6 a 8 horas jóvenes, el cuerpo de profesores y administrativo.

Realizar un diagnóstico patológico requiere de tiempo y de diversos ensayos que regularmente no son económicamente factibles pero que son necesarios para saber la gravedad en la que se encuentra el edificio y para tener una cierta idea de los posibles accidentes y consecuencias que pueden suceder si no se sabe a raíz el porqué de la degradación del mismo.

Para la Universidad Libre seccional de Pereira siendo una de las Universidades que vela y lidera el perfil investigativo a nivel nacional, resulta de gran utilidad realizar este tipo de investigación ya que con esto favorecen el crecimiento cultura, social, y profesional de la comunidad en general; donde se resaltan todos los conocimientos adquiridos por lo estudiantes a lo largo de la carrera.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un diagnostico patológico en el Colegio Alfonso Jaramillo Gutiérrez en el año 2017 ubicado en la Ciudad de Pereira, Risaralda, Colombia; que conlleve a dar diversas soluciones que den mejoras estructurales y seguridad institucional.

4.2 OBJETIVO ESPECIFICO

- Describir el estado en general en el que se encuentra el Colegio.
- Realizar estudios visuales que permitan calificar las partes más afectadas.
- Plantear diversas recomendaciones de procedimientos y ensayos que se deban hacer para que permitan dar solución a la degradación estructural en el edificio.

5. ANTECEDENTES

El colegio Alfonso Jaramillo Gutiérrez de Pereira, fue creado mediante el acuerdo N° 28 de diciembre 10 del 1966, en febrero de 1967 se inician las labores de la institución con 217 alumnos, en el año 1983 por problemas de infraestructura y dotación, la comunidad educativa se vio la necesidad de solicitar al gobierno la reubicación, en un lugar que reuniera las mínimas condiciones para laborar, como resultado la institución fue llevada a compartir las instalaciones de la Escuela Anexa a la normal, en la calle 14 carrera 5, la permanencia fue corta, porque de allí fue reubicada en el local ocupado por la escuela Atanasio Girardot y por el colegio Pedro J Marín, en la calle 20 carrera 3ª, a partir del 1997 el colegio se traslada a la unidad docente de San Joaquín carrera 25 N° 12-20 Barrio Corales, tiene un PEI “Proyecto Educativo Institucional” de 12-20 febrero de 1997, en los últimos años se han realizado nuevas reformas en el colegio uno de ellos fue en el año 2015 donde se construye la rampa para las personas de movilidad reducida, y se construyó un muro estructural que separo el salón de profesores y el aula de sistemas.¹

La estructura fue reforzada mediante un sistema de recalce en elementos sometidos a flexión y flexo compresión principalmente en los nodos donde el cortante sísmico propicia un mecanismo de falla frágil y el elemento por sí mismo no incurre en una falla dúctil, así mismo se puede evidenciar mediante inspección visual que dichos reforzamientos no fueron concebidos de manera tal que disiparan energía por ende son obsoletos ya que están generando una irregularidad por piso débil en el piso inferior, es por ellos que los recalces se realizaron en la sección y la altura de los elementos estructurales, los datos específicos y la información no se pudo obtener en la Curaduría, Secretaria de Educación ni Planeación municipal, por este motivo no se tienen informes de interventoría ni evaluaciones de vulnerabilidad, certificados de los materiales del concreto reforzado que den confiabilidad acerca de los métodos que fueron utilizados.

¹ JARAMILLO, Institucion Educativa Alfonso. antecedentes constructivos. [En línea] [Citado el: 27 de 06 de 2017.]

6. MARCO DE REFERENCIA

6.1 MARCO TEÓRICO

Patología estructural: es el estudio del comportamiento de las estructuras cuando presentan evidencias de fallas, buscando detectar sus causas, y proponer acciones correctivas para recobrar el nivel de servicio original o mejorar su comportamiento, o su demolición en el caso de que sea necesario.²

Principios básicos para el reconocimiento de una patología estructural: para iniciar cualquier tipo de investigación patológica a una estructura siempre se deben tener presentes los antecedentes históricos de la misma. Estos antecedentes permitirán a los investigadores tener una idea más clara de cuáles son las causas por las que se pueda estar presentando dicha patología en la estructura. A continuación se hace referencia a los aspectos que se deben tener claros al iniciar un estudio patológico³:

- **Sismos:** Los movimientos telúricos ocurridos durante la vida útil de la estructura.
- **Proceso constructivo:** Dependiendo de la forma en que estén dispuestos todos los elementos que componen el sistema estructural primario de las edificaciones, se logrará de una forma más acertada diagnosticar las causas y de igual forma dar las recomendaciones para el tipo de intervención que se le deba realizar a la estructura afectada.
- **Estado de los materiales:** en la calidad y la forma de como sea su composición, los parámetros mínimos de resistencia que tiene la estructura.
- **Entorno:** Depende de la geografía, topografía, características ambientales donde se encuentra ubicada la estructura y de todo su

² SCR BD. [En línea] [Citado el: 16 de 02 de 2017.] <https://es.scribd.com/doc/82650051/PATOLOGIA-ESTRUCTURAL>.

³ M CARDONA , conrad. Blogger. [En línea] [Citado el: 16 de 05 de 2017.] <http://patologiasestructurasconcreto.blogspot.com.co/p/principios-basicos-para-el.html>.

entorno, el que permita que por diferentes causas (físicas, mecánicas o químicas) se puedan estar presentando los síntomas para una patología estructural.

Se pueden dividir en tres grandes familias en función del carácter y la tipología del proceso patológico: físicas, mecánicas, químicas⁴:

- **Lesiones físicas:** son todas aquellas en que la problemática patológica se produce a causa de fenómenos físicos como heladas, condensaciones etc. Y normalmente dependerá también de estos procesos físicos. Las causas físicas más comunes son la humedad, erosión y suciedad.
- **Lesiones Mecánicas:** es aquella en la que predomina un factor mecánico que provoca movimientos, desgastes, aberturas o separaciones de materiales o elementos constructivos; se pueden dividir en: deformaciones, grietas, fisuras, desprendimientos y erosiones mecánicas.
- **Lesiones Químicas:** suelen ser por la presencia de sales, ácidos, o álcalis que reaccionan provocando descomposiciones que afectan la integridad del material y reducen su durabilidad; estas lesiones se dividen en: eflorescencias, organismos, erosiones, oxidaciones y corrosiones.

Tipos de pruebas que deben realizarse según las diferentes lesiones encontradas en la estructura:⁵

Pruebas destructivas (PD): son aquellos en donde se requiere dañar una parte de la estructura a fin de hacer cierta determinación o de tomar una muestra para su estudio en laboratorio, algunas de estas pruebas son:

⁴ BROTO, carles. 2005. Enciclopedia Broto De Patologías De La Construcción. Barcelona : Links Internacional, 2005, págs. 32-35.

⁵ UNAM. 2016. pasantía internacional universidad nacional autonoma de mexico. Ciudad de Mexico, DF, MEXICO DF : s.n., 06 de 2016.

- **Capo – test Pull On:** es una alternativa para determinar la resistencia a la compresión del concreto, de manera confiable

Ilustración 1: Extracción núcleo capo test.



Fuente: Seminario UNAM “Patologías y Mecanismos de Falla Estructural de Acero y concreto”.

- **Prueba de Pull Off:** es uno de los métodos de ensayo a tensión, que a diferencia de otros métodos para ensayar la adherencia, puede realizarse tanto en laboratorio, como “in situ”.

Ilustración 2: Núcleo prueba de Pull Off.



Fuente: Seminario UNAM "Patologías y Mecanismos de Falla Estructural de Acero y concreto".

Pruebas semi-destructivas (PSD): Son aquellas donde no se requiere dañar totalmente la edificación y donde no causara repercusiones en la estructura, algunos son:⁶

- **Determinación cualitativa del grado de carbonatación:** consiste en ver el grado de daño expuesto en la edificación, se aplica un líquido donde se determina si existe o no alguna falla que deteriore la estructura.

⁶ UNAM, Op. Cit.

Ilustración 3: Grado de carbonatación.



Fuente: Seminario UNAM "Patologías y Mecanismos de Falla Estructural de Acero y concreto".

- **Métodos electroquímicos (corrosión en el concreto armado):** implican la transferencia de electrones y son por lo tanto reacciones de óxido- reducción, genera un cambio en el potencial electroquímico, que se registra en el tiempo para determinar los parámetros relevantes involucrados en el fenómeno de la corrosión.

Ilustración 4: Método electroquímicos.



Fuente: Seminario UNAM "Patologías y Mecanismos de Falla Estructural de Acero y concreto".

Pruebas no destructivas (PND): son aquellas donde el estudio puede realizarse sin causar ningún tipo de daño sobre la estructura, entre ellas están:⁷

- **Ensayo esclerométrico o índice de rebote:** es una prueba de la resistencia del hormigón para este se necesita una superficie totalmente lisa por esta razón no es útil utilizar esta prueba en elementos no encofrados, solo afecta los primeros centímetros de la pieza (2-3cm). La técnica para realizarlo es la aplicación del esclerómetro sobre la superficie del concreto y en una zona delimitada se acciona un pistón el cual es reaccionado mediante la rigidez de un resorte.

Ilustración 5: Realización ensayo esclerómetro.



Fuente: Seminario UNAM "Patologías y Mecanismos de Falla Estructural de Acero y concreto".

⁷ UNAM, Op. Cit.

- **Pruebas ferromagnéticas:** con esta prueba es posible determinar la distribución general del acero, recubrimientos, separaciones y diámetro. Este ensayo sirve para diferentes aplicaciones como las son: trabes, columnas, losas de pisos, pisos industriales, cimentaciones, muros de mampostería, muros de concreto, construcciones masivas y losas metálicas.

Ilustración 6: Ferroskan.

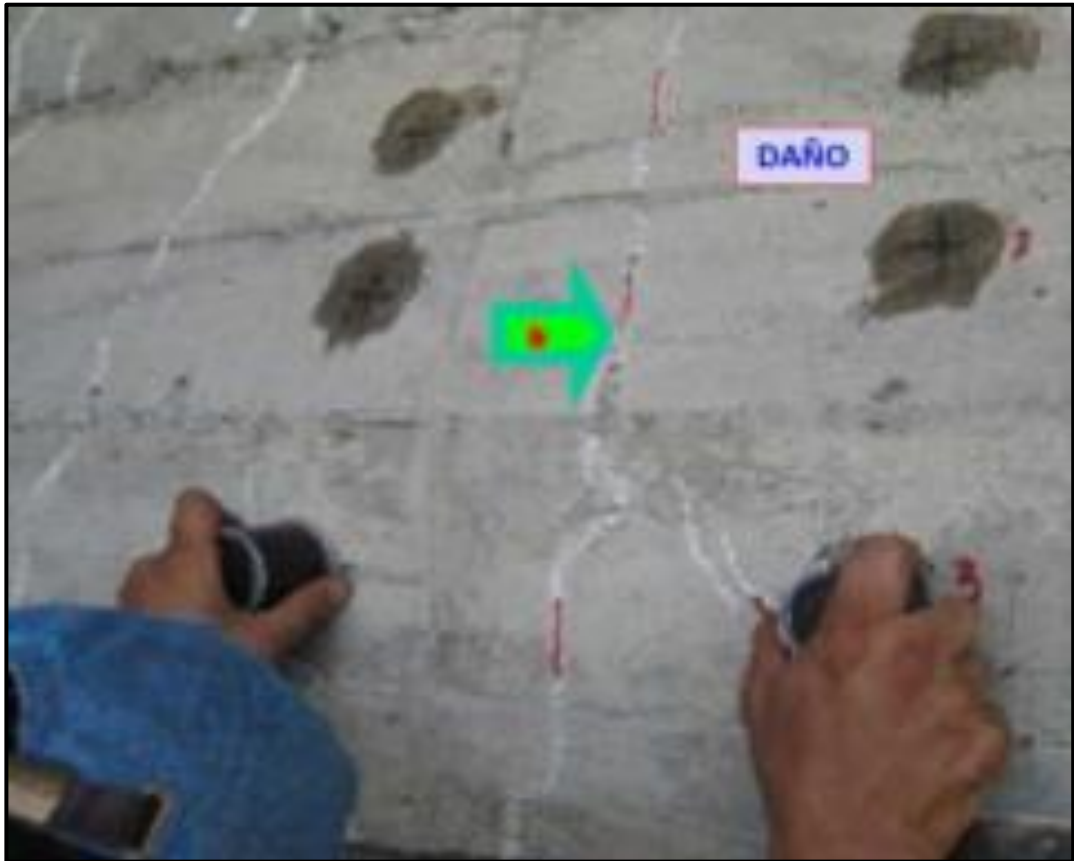


Fuente: Seminario UNAM "Patologías y Mecanismos de Falla Estructural de Acero y concreto".

- **Prueba Ultrasonido:** mediante el transductor electro-acústico se genera un impulso de vibración longitudinal y mediante un segundo transductor recibe la señal y por medio de un circuito electrónico se mide el tiempo de tránsito. Muchas de las ventajas que tiene esta prueba son: se pueden hacer sobre cualquier forma de elemento o de estructura, sobre diferentes espesores, en elementos con una sola cara accesible, provee información relativa de la calidad del concreto entre otros.

El ensayo se puede realizar de manera directa, semi-directa, indirecta.

Ilustración 7: Realización ensayo ultrasonido.



Fuente: Seminario UNAM "Patologías y Mecanismos de Falla Estructural de Acero y concreto".

- **Eco Impacto (Impact- echo):** son ondas de impacto de compresión que viajan a través de la estructura y se reflejan por defectos internos y las superficies externas.

Algunas aplicaciones son medir el espesor de pavimentos, revestimientos de asfalto, losas sobre el suelo y las paredes, detectar la presencia y la profundidad de huecos, detectar los huecos debajo de losas sobre terreno, evaluar la calidad de la inyección de lechada en ductos de pos tensado, integridad de la membrana por debajo de una capa de asfalto protección de concreto estructura, evaluar calidad de reparaciones, medir la profundidad de grietas de superficie.

Ilustración 8: Realización Eco Impacto (Impact- echo)



Fuente: Seminario UNAM "Patologías y Mecanismos de Falla Estructural de Acero y concreto".

6.2 MARCO CONCEPTUAL

- **Inspección preliminar:** el propósito de esta inspección es el de evaluar de manera inicial o preliminar las condiciones en que se encuentra una edificación. Se trata de recorrer el inmueble y mediante una fundamentada observación formarse una idea clara y precisa del estado general, evaluar el tipo de problemas que la afectan con lo cual, se determina si es necesario pasar a una inspección más rigurosa.⁸
- **Inspección visual detallada:** el propósito de realizar un detallado inventario de los daños mediante un levantamiento, es el determinar el grado de compromiso de la estructura por tales efectos además de permitir la cuantificación de la rehabilitación.⁹
- **Inspección detallada:** cubre un conjunto de acciones que deben seguirse de forma secuencial y programada y cubre entre otras, las

⁸ MUÑOZ M., harold alberto . 2001. Instituto Construir. evaluación y diagnóstico de las estructuras en concreto. [en línea] 22 de 11 de 2001. [Citado el: 11 de 10 de 2016.] http://institutoconstruir.org/centrocivil/concreto%20armado/Evaluacion_patologias_estructuras.pdf.

⁹ MUÑOZ M., harold alberto, Op. Cit.

siguientes labores: inspección visual detallada, levantamiento gráfico de daños, recuento fotográfico, planeamiento y definición de ensayos, diagnóstico de patologías, informe de la Inspección.¹⁰

- **Deterioros:** cualquier cambio adverso de los mecanismos normales, de las propiedades físicas, químicas o ambas en la superficie o en el interior del elemento generalmente a través de la separación de sus componentes.¹¹
- **Corrosión:** es la pérdida progresiva de partículas de la superficie del metal, este proceso se debe a la acción de una pila electroquímica en la cual el metal actuara como ánodo o polo negativo y perderá electrones a favor del cátodo o polo positivo.¹²
- **Desprendimientos:** es la separación entre un material de acabado y el soporte al que esta aplicado por falta de adherencia entre ambos, y suele producirse como consecuencia de otras lesiones previas, como humedades, deformaciones o grietas.¹³
- **Humedad:** Se produce cuando hay un porcentaje mayor de agua a lo normal en un elemento o material constructivo. La humedad puede ser de variados tipos, como por ejemplo: humedad capilar, humedad de filtración, humedad de condensación, humedad accidental.¹⁴
- **Fisuras:** separación incompleta entre dos o más partes con o sin espacio entre ellas. Su identificación se realizará según su dirección, ancho y profundidad utilizando los siguientes adjetivos: longitudinal, transversal, vertical, diagonal, o aleatoria. Los rangos de los anchos de acuerdo con el ACI están en la siguiente tabla:¹⁵

¹⁰ MUÑOZ M., harold alberto, Op. Cit.

¹¹ CARDENAS, gabriela salomé puente. 2007. patología de la construcción en mampostería y hormigones. sangolquí : s.n., 06 de 2007.

¹² BROTO, carles, Op. Cit.

¹³ BROTO, carles, Op. Cit.

¹⁴ PULIDO, cristian andres y perez pintor, sergio daniel. 2013. estudio patológico edificio central facultad de artes asab de la universidad francisco José de caldas. BOGOTA D.C : s.n., 2013.

¹⁵ CARDENAS, gabriela salomé puente, Op. Cit.

Tabla 1: Dimensión de fisuras.

Fina	Menos 1 mm
Mediana	Entre 1 y 2 mm
Ancha	Más de 2 mm

Fuente: (CARDENAS, 2007)

6.3 MARCO LEGAL:

- **NSR-10 “Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente”** norma técnica colombiana, se encarga de reglamentar las condiciones físicas y mecánicas con las que debe contar todos los diferentes tipos de estructuras, con el fin de que sea apta y segura para la ciudadanía.¹⁶
- **Norma RETIE “Reglamento técnico de instalaciones eléctricas”:** este reglamento establece medidas que garanticen la seguridad de las personas previniendo, minimizando y mitigando los riesgos de origen eléctrico.¹⁷
- **ASTM – E632/82:** da una metodología para la prueba acelerada de la predicción de la vida útil de los componentes y de todos los elementos constructivos de una obra.
- **ACI-318-2011:** proporciona una línea técnica para la inspección de materiales, requisitos de durabilidad, calidad del concreto, mezclado y colación, encofrados, tuberías embebidas, juntas de construcción, detalles de refuerzo, resistencia y capacidad de servicio, cargas de flexión y axial, cortante y torsión, desarrollo y empalmes de refuerzo, sistemas de losa, muros, zapatas, concreto prefabricado; compuestos miembros flexionados, de hormigón pretensado, conchas y miembros cruzados placa; evaluación de la resistencia de las estructuras existentes, la disposición para el diseño sísmico.¹⁸

¹⁶ NSR-10. Reglamento colombiano de construcción sismo-resistente.

¹⁷ RETIE, Norma. 2013. Reglamento técnico de instalaciones eléctricas. s.l.: Ministerio de Minas y Energía., 2013.

¹⁸ INSTITUTE, AMERICAN CONCRETE. Guía para Reparar Estructuras en Concreto.

- **ACI 546R-96:** suministra orientación sobre la selección y aplicación de materiales y técnicas para la reparación, la protección y el fortalecimiento de las estructuras, es adaptable a la solución de diversos daños o para la adaptación de una estructura para nuevos usos más allá del diseño habitual.¹⁹
- **Manual de patología de la edificación:** tiene la información requerida para evaluar y analizar los tipos de lesiones debida a las humedades patológicas de las fachadas y el lenguaje de las grietas y recalces de las cimentaciones.²⁰
- **Manual de patologías en hormigón armado:** Diagnosticar la estructura según la insuficiencia estructural al detectar síntomas o lecciones como fisuras o flechas, como también la degradación de la estructura por falta de protección contra las condiciones del entorno y revisión de las cargas a las que está sometida la estructura las cuales pueden ser causa de deformaciones.

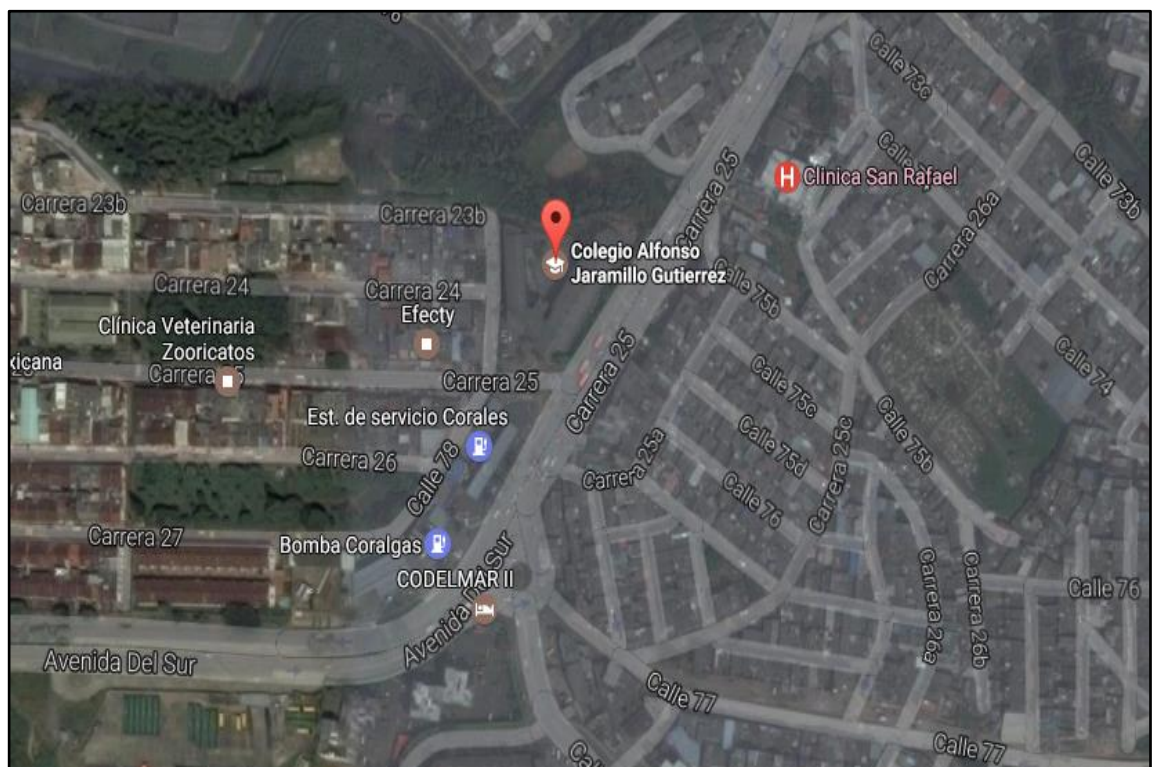
¹⁹ INSTITUTE, american concrete, Op. Cit.

²⁰ manual patología de la edificación- tomo 1. [En línea] [Citado el: 25 de 06 de 2017.] https://www.edificacion.upm.es/personales/santacruz-old/Docencia/cursos/ManualPatologiaEdificacion_Tomo-1.pdf.

7. LOCALIZACIÓN

El Colegio Alfonso Jaramillo Gutiérrez se encuentra localizado en la ciudad de Pereira, Risaralda en el barrio Corales; este colegio se encuentra ubicado por la NSR-10 en una zona sísmica alta, la institución se localiza a un costado de la avenida sur que comunica con la estación de servicio Corales, diferentes barrios y cerca al comercio de Cuba.

Ilustración 9: Localización del Colegio Alfonso Jaramillo Gutiérrez (CR 25 N. 77-18)



Fuente: Google maps.

Ilustración 10: Colegio Alfonso Jaramillo Gutiérrez. (CR 25 N.77-18).



Fuente: Propia.

Ilustración 11: Mapa de zonificación sísmica de Colombia.



Fuente: NSR-10.

8. METODOLOGÍA

En este proyecto se realizó una “inspección visual detallada” donde se determinó el grado de afectación que tiene la estructura, está acompañada de algunas pruebas no destructivas, quiere decir que la edificación no se va a ver afectada, así mismo pueden ser también de manera magnética, por ondas, eléctricas o químicas; y se realizaron solo las que por medio de recursos económicos y prioridad del instrumento se encontraron disponible.

El Colegio fue dividido de tal manera que se pudo dar el diagnostico a las partes más afectadas y se fracciono de la siguiente forma:

- Primer piso (columnas)
- Segundo piso (observación general)

Para esta investigación se realizó un análisis de las patologías que el Colegio posee; a su vez se ejecutó una descripción de la misma donde se clasifica y especifica por medio de las diferentes características y tipologías que se encontraron.

En el proyecto del Diagnostico Patológico del Colegio Alfonso Jaramillo Gutiérrez se ejecutó en dos fases:

- **PRIMERA FASE:** Valoración y determinación general de los daños que se presentaron en la institución, consistió en identificar todos los defectos, deterioros y fallas que presenta el Colegio.

En esta primera fase se realizó la siguiente serie de actividades que ayudaron al cumplimiento de la misma:

ACTIVIDAD #1: Se realizó la visita pertinente con acompañamiento del Investigador al colegio.

ACTIVIDAD #2: Se procedió a realizar el recorrido donde se recogieron cada una de las evidencias y se documentan por medio de sus características principales, indicaciones de las áreas más afectadas, tamaño y longitud de las fisuras encontradas,

manifestaciones de daños externos y levantamiento de deterioros donde se permita la cuantificación de las mismas.

ACTIVIDAD #3: Toma de pruebas con algunos de los instrumentos.

ACTIVIDAD #4: Se tomó la evidencia y la documentación fotográfica de cada uno de los daños, deterioros o fallas encontradas para así tener un soporte de lo obtenido en la inspección.

- **SEGUNDA FASE:** Teniendo a consideración las condiciones en las que se encuentra la edificación y sus manifestaciones de daño se realizó las recomendaciones para la edificación.

En esta etapa se realizó una serie de actividades que ayudan al cumplimiento y a la finalización de la misma:

ACTIVIDAD #1: Sugerencias para intervención y reparación de los daños encontrados.

ACTIVIDAD #2: Clarificación y priorización de los daños e intervenciones.

ACTIVIDAD #3: Informe final del diagnóstico patológico.

9. DESCRIPCIÓN DEL COLEGIO ALFONSO JARAMILLO GUTIÉRREZ

Los materiales que priman en el colegio son: concreto reforzado, acero y elementos no estructurales como lo es la mampostería de bloque de arcilla de perforación vertical.

Esta institución tiene una fachada en pórticos de concreto resistentes a momentos con muros en mampostería, ventanas y puertas metálicas alrededor de toda su estructura, cuenta con dos escaleras metálicas uno en gradas y otra en rampla y con dos escaleras principales en concreto y acero en gradas.

Ilustración 12: Escaleras de concreto.



Fuente: Propia.

Ilustración 13: escaleras en acero.






Fuente: Propia.



10. PATOLOGÍAS DEL COLEGIO ALFONSO JARAMILLO GUTIÉRREZ



- **Sitio:** Columnas pasillo principal (primer piso), en toda la planta baja de la edificación se encuentran varias columnas con diferentes dimensiones y estas a su vez ya habían tenido una modificación y un refuerzo; en la siguiente tabla se muestran con sus respectivas observaciones:

Tabla 2: Columnas pasillo principal.

Columna No.	Dim. (cm)	Observaciones	Registro Fotográfico
1	35x35	Recalce de columna con dimensión de 55x55 y recalce sobre la viga con una longitud desde eje de 1,5 y el espesor de este es de 13cm. Se presenta hormigueo.	<p>Ilustración 14: Columna #1 (35cmx35cm)</p>  <p>Fuente: Propia.</p>
2	77x89	Se puede determinar que es una columna sobre dimensionada que cuenta con una recalce sobre la viga, una longitud desde eje de 1,5 y espesor de 13cm.	<p>Ilustración 15: Columna #2 (77cm x89cm).</p>  <p>Fuente: Propia.</p>

3	78x55	<p>Se observa que esta columna tiene un recalce sobre la viga con una longitud desde el eje de 1,5 y un espesor de 13 cm.</p> <p>A su vez cuenta con una columna extra de dimensiones 17x17.</p>	<p>Ilustración 16: Columna #3 (78cmx55cm)</p>  <p>Fuente: Propia.</p>
4	35x35	<p>Recalce de columna con dimensión de 55x55 y recalce sobre la viga con una longitud desde eje de 1,5 y el espesor de este es de 13cm.</p> <p>Se presenta hormigqueo.</p>	<p>Ilustración 17: Columna #4 (35cmx35cm)</p>

			 <p>Fuente: propia.</p>
5	35x35	<p>Recalce de columna con dimensión de 55x55 y recalce sobre la viga con una longitud desde eje de 1,5 y el espesor de 13cm; a su vez cuenta con una columna extra de dimensiones de 29x22. Cuenta con una fractura transversal, se determina hormigqueo y mal vaciado.</p>	<p>Ilustración 18: Columna #5 (35cmx35cm)</p>  <p>Fuente: Propia.</p>
6	79x55	<p>Esta columna cuenta con una recalce sobre la viga con una longitud desde eje de 1,5 y espesor de 13cm.</p>	<p>Ilustración 19: Columna #6 (79cmx55cm)</p>

			 <p>Fuente: Propia.</p>
7	35x35	Tiene un recalce sobre la viga con una longitud desde eje de 1,5 y espesor de 13cm.	N/A
8	35x34	Tiene un recalce sobre la viga con una longitud desde eje de 1,5 y espesor de 13cm.	N/A
9	55x55	Tiene un recalce sobre la viga con una longitud desde eje de 1,5 y espesor de 13cm.	<p>Ilustración 20: Columna #20 (55cmx55cm)</p>  <p>Fuente: Propia.</p>

Fuente: propia.

- **Sitio: Columnas (segundo piso),** se evidencia que algunas columnas tienen sus dimensiones originales y no cuentan con ningún refuerzo, pero a su vez hay salones donde algunas si cuentan con recalce de columna.
- **Sitio: Columnas (Salones- primer piso),** se encuentran en los salones con columnas tanto con recalce de vigas como con recalce de columna, en general están en buen estado.

Ilustración 21: columnas (Salones- primer piso).



Fuente: propia.

- **Sitio: Columnas (Oficinas administrativas y salas de profesores- primer piso),** se encuentra que tienen recalce de columna algunas con bajo grado de hormigqueo.

Ilustración 22: Columnas (oficinas administrativas y sala de profesores- primer piso)



Fuente: propia.

- **Sitio: escaleras,** se evidencia en una de las escaleras principales que las columnas se encuentran con un alto grado de corrosión y humedad, también se aprecia el desprendimiento de partes de concreto y de sus secciones.

Ilustración 23: Columnas de las escaleras con alto grado de corrosión y humedad.



Fuente: propia.

- **Sitio: Techos (corredor-primer piso),** se encuentra un desprendimiento severo de la sección y se pueden evidenciar que al realizar los procesos constructivos estos se desempeñan con mezclas pobres donde regularmente pueden tener un bajo contenido de cemento (relación agua/cemento) y baja calidad en los agregados.

Ilustración 24: Techos primer piso (Desprendimiento)



Fuente: propia.

- **Sitio: Techo (Salones- primer piso)**, se observa que tiene pequeñas fisuras provocadas regularmente por cambios de temperatura.

Ilustración 25: Techos salones – primer piso.



Fuente: propia.

- **Sitio: Techos (segundo piso)**, estos se encuentra con altos índices de desgaste por humedad y se puede evidenciar que están conformados por teja de eternit, dos tubos separados 15 cm de $\frac{3}{4}$ pulg. con hierros de media y distancia entre punto de 50cm.
- **Sitio: Primer y segundo piso**, se puede observar que por toda la edificación se encuentra cableado mal conectado con mal uso y distribuido de una manera no adecuada.

Ilustración 26: Cableado sin separación por uso, ni protegido en canaletas.



Fuente: Propia.

- **Sitio: cubierta de las escaleras**, se observa que hay carbonatación y alto grado de corrosión y oxidación ya que en algunos sitios se puede observar el hierro, también se nota alto índice de humedad y desprendimientos de la sección.

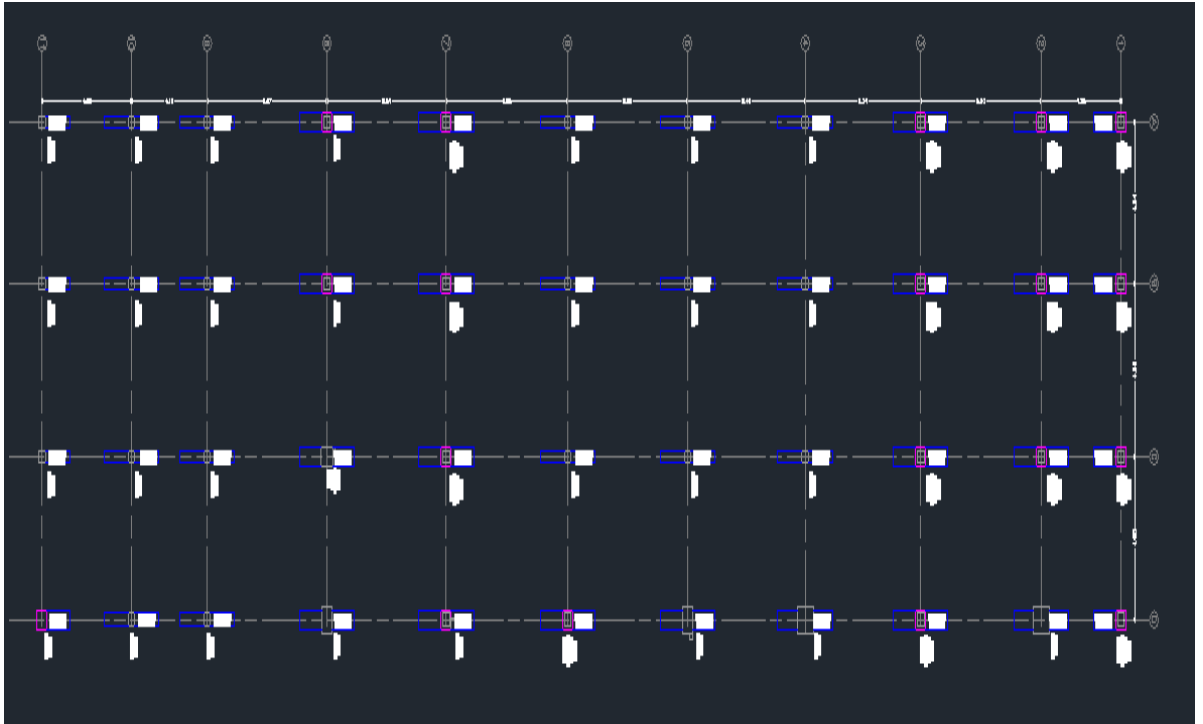
Ilustración 27: Cubierta de las escaleras.



Fuente: propia.

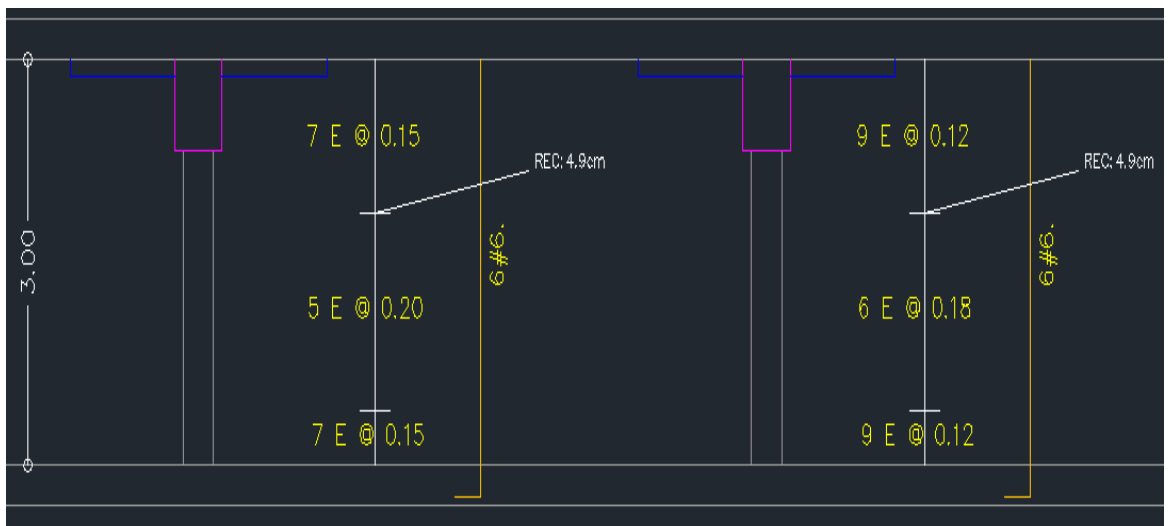
11. MODELACIÓN EN AUTOCAD

Ilustración 28: Planta estructural y detalles de recalces en primer piso pasillo principal.



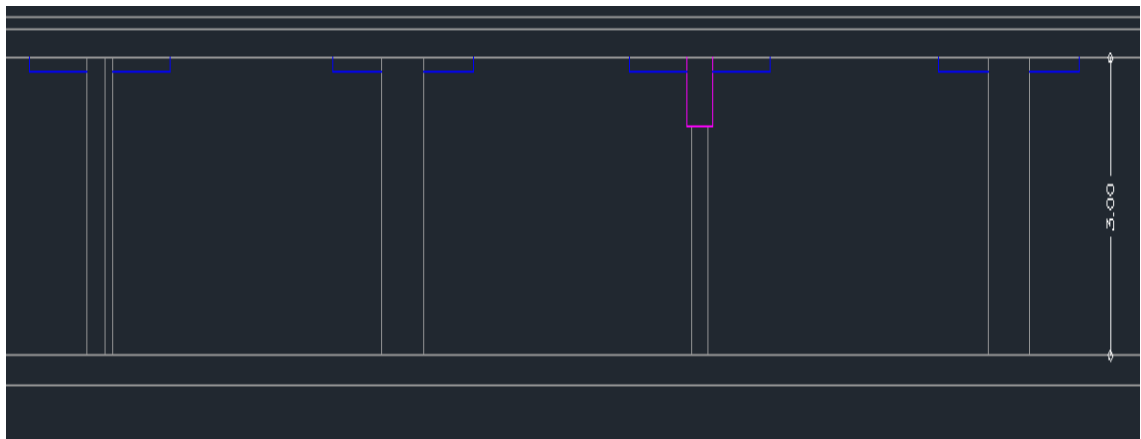
Fuente: Propia.

Ilustración 29: Detalles de columnas con recalde en columnas y viga.



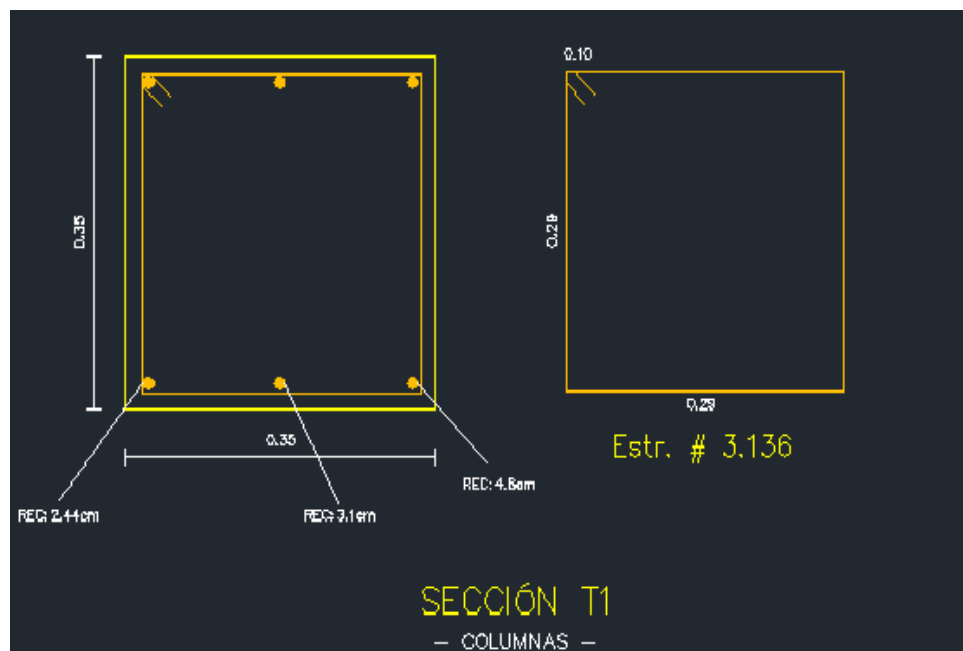
Fuente: Propia.

Ilustración 30: Recalce en los nodos por exigencia de cortantes.



Fuente: Propia

Ilustración 31: Refuerzo de cortante o transversal.



Fuente: Propia

12. PRUEBAS REALIZADAS EN EL COLEGIO ALFONSO JARAMILLO GUTIÉRREZ

Ferroskan:

Este instrumento solo puede medir a una máxima profundidad de 2,5 pulgadas del concreto; por este motivo en el momento de realizar la prueba en algunas columnas no se registraban lecturas ya que por las dimensiones tan grandes el hierro quedaba posicionado o corrido en profundidades que el instrumento no alcanzaba a localizar.

Se midieron las siguientes columnas distribuidas en diferentes partes del primer piso:

- **Columna extra #3:** esta columna tiene como dimensiones 17x17 y está ubicada a un lado de la columna superior de 78x55 la cual por dimensiones tan grandes no se tuvo lectura por medio del instrumento.

Tabla 3 : Datos obtenidos Ferroskan Columna extra #3.

Hierros longitudinales primera cara :	1
Hierros longitudinales segunda cara:	0- no se encontraron
Los flejes están cada:	0- no se encontraron

Fuente: Propia

- **Columna # 4:** esta columna tiene como dimensiones 35x35 (presenta hormigqueo).

Tabla 4: Datos obtenidos Ferroskan Columna #4.

Hierros longitudinales primera cara :	2
Hierros longitudinales segunda cara:	3
Los flejes están cada:	(10 – 10 – 15)

Fuente: Propia

- **Columna # 5a:** esta columna tiene como dimensiones 35x35 (buen estado).

Tabla 5: Datos obtenidos Ferroskan Columna #5a.

Hierros longitudinales primera cara :	2
Hierros longitudinales segunda cara:	3
Los flejes están cada:	(15 – 15- 16)

Fuente: Propia

Se determinó el diámetro del acero de las siguientes columnas utilizando el ferro scanner, el instrumento arroja un diámetro y se le debe hacer una correlación donde 5 corresponde a 16 mm, los valores dados deben ser aproximados y comparados con la Tabla 6: Dimensiones Nominales de las Barras de Refuerzo.

Tabla 6: Dimensiones Nominales de las Barras de Refuerzo (Diámetros basados en octavos de pulgada).

Designación de la barra (véase la nota)	Diámetro de referencia en pulgadas	DIMENSIONES NOMINALES			Masa kg/m
		Diámetro mm	Area mm ²	Perímetro mm	
No. 2	1/4"	6.4	32	20.0	0.250
No. 3	3/8"	9.5	71	30.0	0.560
No. 4	1/2"	12.7	129	40.0	0.994
No. 5	5/8"	15.9	199	50.0	1.552
No. 6	3/4"	19.1	284	60.0	2.235
No. 7	7/8"	22.2	387	70.0	3.042
No. 8	1"	25.4	510	80.0	3.973
No. 9	1-1/8"	28.7	645	90.0	5.060
No. 10	1-1/4"	32.3	819	101.3	6.404
No. 11	1-3/8"	35.8	1006	112.5	7.907
No. 14	1-3/4"	43.0	1452	135.1	11.380
No. 18	2-1/4"	57.3	2581	180.1	20.240

Nota: El No. de la barra indica el número de octavos de pulgada del diámetro de referencia

Fuente: NSR-10

- Se determinaron los diámetros del acero a las siguientes columnas: #4, #5, #5a, #6.

Se tiene a consideración que a todas estas columnas se les hizo una mejora estructural por medio de los recalces en columna y viga es por eso que los datos obtenidos por medio del instrumento son demasiado bajos.

Tabla 7: Diámetros de acero de refuerzo para la columna #4.

Columna # 4.	Diámetro - Hierro Longitudinal	Diámetro – Flejes
Diámetro Ferrosan	1,62	1,05
Diámetro (mm)	8,64	5,6
Nota: el diámetro anterior se debe aproximar y comparar con la Tabla 6: Dimensiones Nominales de las Barras de Refuerzo.		
Diámetro de referencia en pulgadas.	3/8"	1/4"

Fuente: Propia.

Tabla 8: Diámetros de acero de refuerzo para la columna #5.

Columna # 5.	Diámetro - Hierro Longitudinal	Diámetro – Flejes
Diámetro Ferrosan	0,97	0,30
Diámetro (mm)	5,17	1,6
Nota: el diámetro anterior se debe aproximar y comparar con la Tabla 6: Dimensiones Nominales de las Barras de Refuerzo.		

Diámetro de referencia en pulgadas.	1/4"	1/4"
-------------------------------------	------	------

Fuente: Propia.

Tabla 9: Diámetros de acero de refuerzo para la columna #5a.

Columna # 5a.	Diámetro - Hierro Longitudinal	Diámetro – Flejes
Diámetro Ferrosan	1,62	0,66
Diámetro (mm)	8,64	3,52
Nota: el diámetro anterior se debe aproximar y comparar con la Tabla 6: Dimensiones Nominales de las Barras de Refuerzo.		
Diámetro de referencia en pulgadas.	3/8"	1/4"

Fuente: Propia

Tabla 10: Diámetros de acero de refuerzo para la columna #6.

Columna # 6.	Diámetro - Hierro Longitudinal	Diámetro – Flejes
Diámetro Ferrosan	1,62	0,28
Diámetro (mm)	8,64	1,49
Nota: el diámetro anterior se debe aproximar y comparar con la Tabla 6: Dimensiones Nominales de las Barras de Refuerzo.		
Diámetro de referencia en pulgadas.	3/4"	1/4"

Fuente: Propia.

13.CONCLUSIONES

- En el recorrido y las observaciones visuales que se realizaron en el Colegio Alfonso Jaramillo Gutiérrez se determinó que la estructura no presenta ni tiene síntomas que indiquen asentamientos activos que pongan en riesgo la edificación ya que no se presentan grietas verticales.
- Se determinó que el cortante en los nudos siempre es mayor por eso se aumentó la sección del concreto mediante los recalces para prevenir que falle por cortante.
- Se evidenció en las escaleras principales y en otras partes del colegio que la estructura se encuentra comprometida por la corrosión, para una mayor profundización sobre el estado se le debe realizar a las partes afectadas ensayos de corrosión de electrolíticos (milésimas de pulgadas por año).
- Durante la inspección se observó el mal estado en el que se encuentra algunos sectores del cielo raso y se determinó que se debe hacer una revisión de techos ya que se encuentran afectados por exceso de humedad.
- Se determinó que se debe realizar como mínimo cada 2 años en paredes una comprobación, revisión y mitigación de lesiones y reparaciones de humedades, desprendimientos, fisuras y erosiones.
- Realizar en el Colegio Alfonso Jaramillo Gutiérrez una separación del cableado de electricidad, iluminación y comunicación entre otros, es decir dividirlo por medio de sus usos y entubar en una canaleta no solo para que estéticamente sea acorde si no para protegerlo de la intemperie y varios factores que hacen que su vida útil sea más corta.

14. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a las entidades gubernamentales adelantar trámites para destinar recursos con el fin de ejecutar estudios de patología estructural, como ferro escáner, esclerómetro, regatas, extracción de núcleos, etc. En cada una de las edificaciones que conforman actualmente el grupo III como son los colegios, todo con el fin de cuantificar de manera más exacta el estado actual de las edificaciones.
- Se recomienda a las autoridades competentes: Planeación, curaduría, entidades públicas y privadas encargadas, que mantengan y/o fortalezcan los repositorios de documentación de las instituciones indispensables en información general y planos, también es recomendable que la información se concentre en un solo lugar para su fácil acceso, y además que velen por la buena implementación de los métodos de construcción, que todas las remodelaciones y reforzamientos que se realicen se hagan bajo una licencia de construcción y se cuente con una supervisión técnica y profesional en el tema que cuantifiquen la calidad del trabajo realizado.
- Es recomendable que el presente estudio se extienda a todas las estructuras indispensables del municipio ya que como bien se sabe, las edificaciones están ubicadas en zona de alta sismicidad, con gran diversidad de fallas geológicas en sus alrededores. Por lo tanto se debe buscar un 100% de cumplimiento en los requisitos que exige la norma de sismo resistencia NSR-10.

15. BIBLIOGRAFÍA

BROTO, carles. 2005. enciclopedia broto de patologías de la construcción. barcelona : links Internacional, 2005, págs. 32-35.

CARDENAS, Gabriela salomé puente. 2007. patología de la construcción en mampostería y hormigones. sangolquí : s.n., 06 de 2007.

INSTITUTE, AMERICAN CONCRETE. Guia para Reparar Estructuras en Concreto.

JARAMILLO, Institucion Educativa Alfonso. antecedentes constructivos. [En línea] [Citado el: 27 de 06 de 2017.]

M CARDONA , conrad. blogger. [en línea] [citado el: 16 de 05 de 2017.] <http://patologiasestructurasconcreto.blogspot.com.co/p/principios-basicos-para-el.html>.

MANUAL PATOLOGIA DE LA EDIFICACION- TOMO 1. [En línea] [Citado el: 25 de 06 de 2017.] https://www.edificacion.upm.es/personales/santacruz-old/Docencia/cursos/ManualPatologiaEdificacion_Tomo-1.pdf.

MUÑOZ M., Harold alberto . 2001. instituto construir. evaluación y diagnóstico de las estructuras en concreto. [en línea] 22 de 11 de 2001. [citado el: 11 de 10 de 2016.] http://institutoconstruir.org/centrocivil/concreto%20armado/Evaluacion_patologias_estructuras.pdf.

NSR-10. Reglamento colombiano de construcción sismo-resistente.

PULIDO, cristian andres y perez pintor, sergio daniel. 2013. estudio patológico edificio central facultad de artes asab de la Universidad Francisco José de Caldas. Bogota d.c : s.n., 2013.

RETIE, Norma. 2013. Reglamento técnico de instalaciones eléctricas. s.l. : Ministerio de Minas y Energia., 2013.

SCR BD. [En línea] [Citado el: 16 de 02 de 2017.] <https://es.scribd.com/doc/82650051/patologia-estructural>.

UNAM. 2016. pasantia internacional Universidad Nacional Autonoma De Mexico. Ciudad de Mexico, DF, MEXICO DF : s.n., 06 de 2016.

